

УДК 351.331

*Альбощій О.В., канд. військ. наук, доц., НУЦЗУ,  
Семків О.М., канд. техн. наук, проректор, НУЦЗУ*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ ДО ОБҐРУНТУВАННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ СПІВРОБІТНИКІВ НАГЛЯДОВИХ ОРГАНІВ У СФЕРІ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ**

(представлено д-ром техн. наук Абрамовим Ю.О.)

Сформульована загальна поставка задачі лінійного програмування для визначення оптимальної чисельності інспекторського складу підрозділу техногенної інспекції, визначені умови її застосування на практиці, запропоновано метод розв'язання

**Ключові слова:** техногенна інспекція, задача лінійного програмування, інспектор, обґрунтування чисельності

**Постановка проблеми.** При реалізації основних цілей адміністративної реформи щодо скорочення чисельності управлінського апарату і витрат на його утримання, доцільно обґрунтовано підходити до встановлення необхідної чисельності співробітників, приймаючи до уваги обсяги робіт, які плануються до виконання відповідним структурним підрозділам. Без наявності кількісних оцінок будуть мати місце помилки у визначенні необхідної чисельності співробітників, причому відхилення можливі як в сторону перевищення чисельності над оптимальною, так і в сторону недостатчості співробітників. Перше веде до недоскорочення витрат на утримання (нереалізацію цілей реформи). Друге – унеможливорює виконання поставлених завдань з належним рівнем якості, що є недопустимим і робить реформу шкідливою.

Останнім часом, з різних причин, кількісне обґрунтування чисельності інспекторського складу не проводиться. Має місце лише якісне обґрунтування. Це ставить під сумнів можливість визначення оптимальної кількості співробітників, витрат на їх утримання, організаційно-штатної структури органів управління та підрозділів цивільного захисту.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз літератури показує, що питанням обґрунтування трудових ресурсів МНС приділялася значна увага. При цьому, переважна більшість робіт стосуються пожежної охорони [1, 2, 3]. В свою чергу, найбільший

розвиток в теорії отримали питання розвитку оперативно-рятувальних служб [3].

Питанням обґрунтування трудових ресурсів наглядових органів в теоретичних дослідженнях приділялось менше уваги. Відомі підходи розроблялися, в основному, також по відношенню до державного пожежного нагляду. Вони базуються на методах прямого та побічного нормування. Методи прямого нормування передбачають безпосереднє вивчення витрат часу на конкретні роботи та встановлення нормативів і норм трудовитрат. Методи побічного нормування передбачають виявлення статистичної залежності між чисельністю співробітників та факторами, що характеризують обсяг та трудомісткість робіт. В [1] наведена отримана залежність чисельності співробітників, зайнятих пожежною профілактикою в адміністративно-територіальній одиниці від таких факторів, як чисельність населення, кількість житлових та нежитлових будівель, чисельність промислових підприємств і виробництв, вартість основних фондів підприємств і організацій. Вона отримана з використанням методів багатомірного статистичного аналізу.

Відомий також підхід, який спирається на заздалегідь встановлені нормативи щодо співвідношення чисельності населення у відповідній адміністративно - територіальній одиниці (місті, районі) та кількості інспекторів.

В той же час, зараз спостерігається зростання рівня техногенної небезпеки, що є наслідком активного розвитку міст, їх інфраструктури, збільшення обсягів господарської діяльності при значній зношеності основних виробничих фондів підприємств, зниження рівня безпечності у поведінці людей. Це веде до зміни рівня значущості основних факторів, що впливають на процеси оперативної діяльності, необхідності аналізу факторів, які раніше не враховувалися та обумовлює потребу подальшого дослідження питань нормування трудових ресурсів наглядових органів у сфері цивільного захисту.

**Постановка завдання та його вирішення.** Розробити методичний підхід до визначення оптимальної чисельності інспекторського складу наглядових органів у сфері техногенної безпеки, виходячи з календарного фонду робочого часу і кількості об'єктів, що підлягають перевірці.

Державна інспекція техногенної безпеки України виконує ряд завдань, основним з яких є здійснення державного нагляду і

---

Застосування лінійного програмування до обґрунтування чисельності співробітників наглядових органів у сфері техногенної безпеки

контролю у сфері цивільного захисту та техногенної безпеки. Основною формою здійснення державного нагляду і контролю є перевірки об'єктів. Тому, при визначенні необхідної чисельності інспекторського складу підрозділів необхідно виходити із потреби забезпечення нагляду з належним рівнем якості за всіма об'єктами, які знаходяться на закріпленій території та підлягають перевірці в плановому році, а також виконання інших завдань. В такому випадку, фонд робочого часу  $i$ -ого інспектора  $\Phi_i$  можна розділити на дві частини. Перша частина призначена для перевірки об'єктів. Друга – для виконання інших робіт.

Виходячи з розподілу об'єктів, які підлягають перевірці, на групи (об'єкти високого ступеню ризику; об'єкти середнього ступеня ризику; об'єкти незначного ступеню ризику), підрозділ техногенної інспекції у плановому році має провести перевірку об'єктів трьох типів ( $n = 3$ ). Враховуючи те, що перевірка об'єкта носить комплексний характер, її доцільно проводити бригадним методом, тобто одночасно силами  $n$  (декількох) інспекторів.

Цільова функція, максимальне значення якої необхідно знайти, може бути записаною в загальному випадку наступним чином

$$\sum_{i=1}^n T_i \cdot x_i \rightarrow \max,$$

де  $T_i$  - сумарна трудомісткість перевірки одного об'єкту  $i$ -ого типу  $m$ -інспекторами;  $T_i = \sum_{j=1}^m t_j$ ; ( $t_j$  - трудомісткість перевірки об'єкта  $j$ -м інспектором);  $x_i$  - кількість об'єктів  $i$ -ого типу.

Приймаючи до уваги обмеження за часом, можемо записати функції обмежень у вигляді

$$\sum_{j=1}^m t_{ij} \cdot x_i \leq \Phi_j; \quad i = \overline{1, n}; \quad j = \overline{1, m};$$

$$x_i \geq 0,$$

де  $t_{ij}$  - трудомісткість перевірки одного об'єкту  $i$ -ого типу  $j$ -тим інспектором;  $\Phi_j$  - частина фонду робочого часу, відведена  $j$ -ому інспектору на проведення перевірок об'єктів.

Цільова функція та функції обмежень є лінійними. Таким чином, маємо постановку лінійної задачі математичного програмування. В загальному випадку для розв'язання такої задачі використовується так званий симплекс-метод (метод послідовного поліпшення плану).

Враховуючи тенденції щодо скорочення переліку типів об'єктів, які підлягають перевірці з боку техногенної інспекції, до двох (об'єкти високого ступеню ризику; об'єкти середнього ступеня ризику) задача спрощується до лінійної задачі на площині.

Вихідними даними, необхідними для постановки такої задачі, мають бути:

$t_{11}, t_{12}, \dots, t_{1m}$  - трудомісткість перевірки об'єкту 1-ого типу кожним інспектором;

$t_{21}, t_{22}, \dots, t_{2m}$  - трудомісткість перевірки об'єкту 2-ого типу кожним інспектором;

$\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_m$  - частина календарного фонду робочого часу, відведена кожному інспектору на перевірки об'єктів.

Тоді, сумарна трудомісткість перевірки одного об'єкту першого та другого типів  $m$ -інспекторами відповідно дорівнює

$$T_1 = t_{11} + t_{12} + \dots + t_{1m};$$

$$T_2 = t_{21} + t_{22} + \dots + t_{2m}.$$

Цільова функція набуває вигляду

$$f(x) = T_1 \cdot x_1 + T_2 \cdot x_2 \rightarrow \max.$$

Обмеження складають систему нерівностей

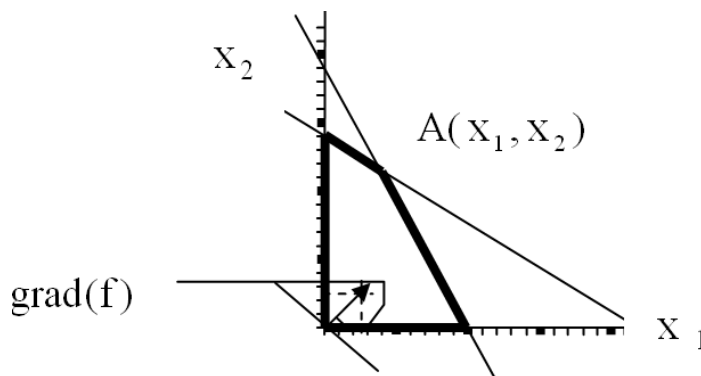
$$\begin{cases} t_{11} \cdot x_1 + t_{21} \cdot x_2 \leq \Phi_1 \\ t_{12} \cdot x_1 + t_{22} \cdot x_2 \leq \Phi_2 \\ \dots\dots\dots \\ t_{1m} \cdot x_1 + t_{2m} \cdot x_2 \leq \Phi_m \end{cases};$$

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$$

У випадку лінійної задачі на площині (розмірність дорівнює двом) для розв'язання доцільно застосувати більш простий метод, наприклад, графоаналітичний. Він передбачає побудову графіку, на якому зображується область обмежень на значення параметрів  $x_1$ ,  $x_2$ . Далі знаходиться градієнт цільової функції (вектор, який показує напрямок найшвидшого зростання функції).

$$\text{grad}(f) = \left( \frac{\partial f}{\partial x_1}, \frac{\partial f}{\partial x_2} \right).$$

Градієнт направлений перпендикулярно прямій, яка визначається заданою цільовою функцією. Як відомо, максимальне значення цільової функції знаходиться в одній з вершин багатогранника, який окреслює область обмежень. Тоді, вершина, яку останньою буде дотикатися цільова функція буде визначати її максимум. Координати даної вершини  $A(x_1, x_2)$  і є значеннями, які відшуковуються. Графічна ілюстрація графоаналітичного методу за умови  $n=2$ ,  $m=2$  представлена на рис.1.



**Рис. 1 – Ілюстрація графоаналітичного методу розв'язання лінійної задачі математичного програмування**

Необхідною умовою застосування розробленого методичного підходу до визначення оптимальної чисельності співробітників техногенної інспекції є наявність усереднених норм трудовитрат на перевірку об'єктів кожного типу.

**Висновки:** Визначення оптимальної чисельності співробітників техногенної інспекції для конкретного підрозділу можливо за умови формулювання та розв'язання оптимізаційної задачі. Таку задачу можна сформулювати за умови наявності усереднених

норм трудовитрат на перевірку об'єктів різного типу. Від кількості типів об'єктів, які підлягають перевірці, залежить розмірність задачі та вибір методу її розв'язання.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Совершенствование организации и управления пожарной охраной: Совм. издание СССР – НБР / Н.Н. Брушлинский, А.К. Микеев, Г.С. Бозуков и др.; Под ред Н.Н. Брушлинского. – М.: Стройиздат, 1986. – 152 с.:ил.
2. Красавин А.В. Нормирование ресурсов пожарной охраны. / А.В. Красавин – М.: Эко-Прес, 2010. – 194 с.
3. Комяк В.М. Особливості загальної математичної моделі визначення раціональної кількості та місць розташування оперативних підрозділів для захисту об'єкті залізниці / В.М. Комяк, О.М.Соболь. // Проблеми надзвичайних ситуацій: Зб. наук. пр. Вип. 10. 2009. 252с. – С.106-111.

Альбошич А.В., Семкив О.М.

**Применение линейного программирования к обоснованию численности сотрудников надзорных органов в сфере техногенной безопасности**

Сформулирована общая постановка задачи линейного программирования для определения оптимальной численности инспекторского состава подразделения техногенной инспекции, определены условия ее применения на практике, предложен метод решения

**Ключевые слова:** техногенная инспекция, задача линейного программирования, инспектор, обоснование численности

Al'boschiy A.V., Semkiv O.M.

**Application of the linear programming to the ground of quantity of employees of supervisory organs in the field of anthropogenic safety**

The general raising of task of the linear programming is formulated for determination of optimum quantity of inspector composition of subdivision of anthropogenic inspection, the terms of its application are certain in practice, the method of decision is offered

**Key words:** anthropogenic inspection, task of the linear programming, inspector, ground of quantity